

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 1998 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

01245416

RECRYSTALLIZING METHOD OF SILICON FAMILY SEMICONDUCTOR MATERIAL

PUB. NO.: 58-182816 [JP 58182816 A]

PUBLISHED: October 25, 1983 (19831025)

INVENTOR(s): KOBAYASHI KEIJI

APPLICANT(s): TOSHIBA CORP [000307] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 57-065827 [JP 8265827]

FILED: April 20, 1982 (19820420)

INTL CLASS: [3] H01L-021/20; H01L-021/265; H01L-021/324; H01L-021/84; H01L-029/78

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors); R097 (ELECTRONIC MATERIALS -- Metal Oxide Semiconductors, MOS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 224, Vol. 08, No. 21, Pg. 46, January 28, 1984 (19840128)

ABSTRACT

PURPOSE: To synthesize polycrystalline silicon which is proximate to single crystal by such an arrangement wherein polycrystalline silicon is melted by heating, and molten silicon is caused to single-crystallize or microcrystalline by zone melt method.

CONSTITUTION: On a substrate 1 made of sapphire or quartz glass, a film 2 of SiO<sub>2</sub> of 0.3.μ.m is provided by oxidization at a high temperature. On the film 2 of SiO<sub>2</sub>, a film of about 0.5.μ.m in thickness of silicon family semiconductor consists of noncrystalline silicon or polycrystalline silicon is formed by spatter method, etc. After that, this specimen is heated and processed at such temperatures lower than the softening temperature of the substrate 1 and higher than the melting point of the film 3 of silicon family semiconductor, and the silicon family semiconductor film 3 is caused to single-crystallize or microcrystallize. As said heat processing, for example, high frequency melting may be made at 1,250°C by using carbon as a heat generating substance and further annealing is made and then B or P may be introduced by ion injecting method, or annealing may be made in the atmosphere of gases such as Ar, N<sub>2</sub>, etc.

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
 H 01 L 21/20  
 21/265  
 21/324  
 21/84  
 29/78

識別記号

厅内整理番号  
 7739-5F  
 6851-5F  
 6851-5F  
 7739-5F  
 7377-5F

⑪ 公開 昭和58年(1983)10月25日

発明の数 1  
 番査請求 未請求

(全 4 頁)

⑩ シリコン系半導体材料の再結晶方法

⑪ 特 願 昭57-65827  
 ⑫ 出 願 昭57(1982)4月20日  
 ⑬ 発明者 小林啓二  
 川崎市幸区小向東芝町1番地東

京芝浦電気株式会社総合研究所  
 内  
 ⑭ 出願人 東京芝浦電気株式会社  
 川崎市幸区堀川町72番地  
 ⑮ 代理人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明細書  
 1. 発明の名称  
 シリコン系半導体材料の再結晶方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板上に非晶質シリコン或いは多結晶シリコンからなるシリコン系半導体を被覆したのち、上記基板の軟化温度以下でかつ上記半導体の融点以上の温度で加熱処理し、該半導体を単結晶化若しくは微結晶化させることを特徴とするシリコン系半導体材料の再結晶方法。

(2) 前記加熱処理におけるエネルギー源として、熱線紫外線、放射線、レーザー光或いは電子ビームを使用したことを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載のシリコン系半導体材料の再結晶方法。

(3) 前記シリコン系半導体を単結晶化若しくは微結晶化させる過程に於て、シリコン系半導体中に水素、弾素を含有させることを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載の多結晶シリコンの製造方法。

(4) 前記シリコン系半導体を単結晶化若しくは微結晶化させる過程に於て、Ar, H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>ガス雰囲気中で処理することを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載のシリコン系半導体材料の再結晶方法。

(5) 前記単結晶化若しくは微結晶化させる過程に於て、P形あるいはN形導電形を付与するドープ物質を加えることを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載のシリコン系半導体材料の再結晶方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、非晶質シリコンや多結晶シリコン等のシリコン系半導体を単結晶化若しくは微結晶化せしめるシリコン系半導体材料の再結晶方法に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

従来の技術としては、非晶質シリコンや多結晶シリコン等に直接レーザーアニールを行結晶化したり、P形、N形をつくるために

ラン( $SiH_4$ )にシボン、フォスファインを加えることによって所望の導電形を得ていた。しかし、この方法では得られた結晶粒径が1~2( $\mu m$ )程度であり、充分高い正孔移動度、電子移動度が得られず、半導体の特性の電圧電流曲線の再現性も充分でなく、液晶テレビなどの高連デバイスとして使用するには困難である。また減圧CVD法によって多結晶シリコンを基板上に直接つける方法があるが、非晶質シリコンに比べて膜厚を厚くすることが困難であり、長時間を要するという欠点がある。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、グロー放電法やスパッタ法によって作製された非晶質シリコン或いはCVD法によって作製された多結晶シリコンを加熱溶融、ゾーンメルト法によって単結晶化若しくは微結晶化し、単結晶に近い多結晶シリコンを合成し得るシリコン系半導体材料の再結晶方法を提供することにある。なお、ここでいう微結晶化とは必ずしも系全体に結晶が分散して

いる状態ではなく、部分的微結晶或いは結晶と非晶質との共存による不均質構造をも含む。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、基板の上にグロー放電による非晶質シリコン或いはCVD法による多結晶シリコンからなるシリコン系半導体を形成したのち、熱、レーザ光、放射線等をエネルギー源とし、上記シリコン系半導体を基板の軟化温度以下で、かつシリコン系半導体の融点より高い温度で加熱処理し、シリコン系半導体を単結晶化若しくは微結晶化するようにした方法である。なお、グロー放電によって水素や弗素等を導入して作成した非晶質シリコンを上記エネルギー源を使用して微結晶化させてもよい。さらに、微結晶化させる過程に於て、Ar, C, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>ガス等の雰囲気中で行つてもよく、非晶質シリコンを微結晶化させてn形、p形導電形を形成させた多結晶シリコンを得ることも可能である。また、加熱処理の温度を基板の軟化点以下にしている理由は、これ以上の温度で処理すると基板がた

わんでしまい、半導体基板として使用不能となるからである。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、上記の過程を経た多結晶シリコンを基板として用い、例えば電界効果トランジスタを作製して見ると、FETの正孔移動度が9.0~25.0( $cm^2/sec$ )程度であり、しきい値電圧のばらつきが少く、リーク電流も $10^{-11}$ (A)程度のものが得られた。また、基板の結晶粒径も3~15( $\mu m$ )程度のものであり、これらの基板はFETだけではなく太陽電池、ビデオディスク基板としても工業的に使用可能である。したがつて、本発明方法の有用性は極めて大きい。

#### 〔発明の実施例〕

図は本発明の実施例を説明するための断面図である。まず、ナフアイアや石英ガラス等からなる基板1を用いて、この基板1上に0.3( $\mu m$ )の厚さのSiO<sub>2</sub>膜2を高温焼成でつける。このSiO<sub>2</sub>膜2上に約0.5( $\mu m$ )の厚さの非晶質シリ

コン或いは多結晶シリコンからなるシリコン系半導体膜3をスパッタ法又はグロー放電法で膜付けする。しかるのち、この試料を基板1の軟化温度以下でシリコン系半導体膜3の融点以上の温度で加熱処理して、シリコン系半導体膜3を単結晶化若しくは微結晶化せしめる。ここで上記加熱処理としては、例えば1250(℃)で炭素を発熱体として高周波溶融を行い、さらにアニールを行つたのち、イオン注入法でB或いはPを導入してもよく、またAr, N<sub>2</sub>等のガス雰囲気中でアニールを行つてもよい。さらにこれらのシリコン系半導体膜3中に水素或いは弗素を導入して系を安定化し、微結晶化させてもよい。基板のアニールはレーザーアニール、熱アニール、電子ビームアニール等いずれか一回以上行つてもよい。

#### 〔実施例1〕

前記した焼成膜とCVD法で多結晶シリコンをナフアイア基板上につける。次いで、1400(℃)の温度で一塩溶融を行つたのち、CW-Ar

ナーで(12W、スキャン速度25cm/

基板温度150°C)アニール後、Pのイオン注入をドーズ量 $1 \times 10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧130 (kV)で行った。これを用いてP-チャネルFETを作製し、正孔移動度を測定したところ $\mu = 170$  (cm<sup>2</sup>/V·sec) リーク電流 $10^{-11}$  (A) であった。結晶粒径は約12 ( $\mu m$ ) であった。作製した膜をX線回折で調べたところ結晶方位(111)、(110)、(100)の回折パターンが認められた。

#### <実施例2>

酸化膜、水素含有多結晶質シリコンを石英基板上につけ、1200 (°C)でソーンメルトを行った。次いで、アニール後Pのイオン注入をドーズ量 $1 \times 10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧130 (kV)で行った。これを用いてP-チャネルFETを作製し、正孔移動度を測定したところ、 $\mu = 150$  (cm<sup>2</sup>/V·sec)、リーク電流 $5 \times 10^{-10}$  (A) であった。粒径は15 ( $\mu m$ ) であった。作製したポリシリコンの結晶方位は(111)、

7

... であった。粒径は約10 ( $\mu m$ ) であり、結晶方位は(100) (110) 等が折出していた。

#### <実施例5>

前記サフアイア基板、酸化膜、グロー放電による水素含有アモルファスSiをつけた基板を1000 (°C)の温度で10分間熱処理したのちN<sub>2</sub>雰囲気中で150°C熱処理アニールした。この非晶質シリコン中にPをドーズ量 $1 \times 10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧120 (kV)の条件で注入をし、FETを作製し、正孔移動度を測定したところ $\mu = 0.5$  (cm<sup>2</sup>/V·sec)、粒径は500 (A)、リーク電流は $10^{-11}$  (A) であった。結晶方位は(100) (111) (110) が折出していた。

以上説明した実施例から判るように、本発明は非晶質シリコン或いは多結晶シリコンから単結晶若しくは微結晶を有するすぐれた半導体材料を合成する方法であり、工業的にすぐれた合成方法であるということができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

図は本発明の実施例を説明する断面図である。

(110) 面であった。

#### <実施例3>

前記サフアイア基板、酸化膜、多結晶を用い、3層構造にしたもの $1 \times 10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧100 (kV)で10分間熱処理したのち、200°Cビームアニールを行い単結晶化させ $2 \times 10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧100 (kV)のイオン注入を行い、Pチャネルを作製し、正孔移動度を測定したところ $\mu = 100$  (cm<sup>2</sup>/V·sec) であった。粒径は10 ( $\mu m$ ) であり、多結晶の方位は(100)のものがあることをX線回折で確認した。

#### <実施例4>

前記石英基板、酸化膜、Lp-CV多結晶シリコンを用い、3層構造に1300 (°C)の温度で10分間熱処理後、Arガス中でレーザアニールし $10^{11}$  (cm<sup>-2</sup>)、加速電圧130 (kV)のイオン注入を行い、PチャネルFETを作製し、正孔移動度を測定したところ $\mu = 1$  (cm<sup>2</sup>/V·sec) であった。

8

図において、1…ウエハー、2…アモルファスシリコン、3…イオニカーバー、4…レーザアニール。

出願人代理人 井端士 鈴江正

